

© ЧЕТВЕРКИНА К.В., 2020

Четверкина К.В.

## Оценка риска развития заболеваний системы кровообращения среди взрослого населения Пермского края в условиях химического загрязнения атмосферного воздуха

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 614045, Пермь

**Введение.** Актуальность изучения заболеваний системы кровообращения обусловлена тем, что представленный класс болезней составляет наибольшую долю в структуре причин смертности населения России (около 55%). При этом экологическая обусловленность заболевания вносит не менее значимый вклад в формирование заболеваемости. Выявление химических веществ, оказывающих влияние на развитие патологии со стороны системы кровообращения, и последующее воздействие на них может способствовать снижению уровня заболеваемости и смертности населения по изучаемому классу болезней.

**Материал и методы.** В качестве исходных материалов использованы данные о химическом загрязнении атмосферного воздуха и данные о первичной заболеваемости взрослого населения по классу «болезни системы кровообращения», проживающего на территории Пермского края в период с 2013 по 2017 г., которые обработаны с применением ряда методов, включающих в себя гигиенические исследования, оценку риска здоровью населения при условии хронической ингаляционной экспозиции, методы математического моделирования в системе «здоровье – окружающая среда».

**Результаты.** Установлено, что на территории Пермского края отмечается тенденция к росту первичной заболеваемости взрослого населения в отношении заболеваний системы кровообращения. На фоне установленного превышения ПДКс.с. для фенола до 6,67 раза и бензола до 2,73 раза установлены недопустимые уровни риска, связанные с развитием сердечно-сосудистых заболеваний (НИ до 1,90), наибольший вклад в формирование которого вносят фенол (до 78,52%) и бензол (до 75,59%). Результаты математического моделирования позволили установить достоверную, адекватную причинно-следственную связь первичной заболеваемости взрослого населения болезнями системы кровообращения с уровнем загрязнения атмосферного воздуха фенолом.

**Заключение.** Установлены превышения содержания фенола и бензола в атмосферном воздухе. Идентифицирована и параметризована достоверная причинно-следственная связь между загрязнением атмосферного воздуха фенолом и формированием болезней системы кровообращения.

**Ключевые слова:** сердечно-сосудистая система; взрослое население; заболевания системы кровообращения; фенол; риск здоровью; Пермский край; математическое моделирование; атмосферный воздух.

**Для цитирования:** Четверкина К.В. Оценка риска развития заболеваний системы кровообращения среди взрослого населения Пермского края в условиях химического загрязнения атмосферного воздуха. Гигиена и санитария. 2020; 99 (8): 861-865. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-8-861-865>

**Для корреспонденции:** Четверкина Кристина Владимировна, ст. науч. сотр. отдела анализа риска для здоровья ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Россия, 614045, Пермь. E-mail: chetverkina@fcrisk.ru

**Финансирование.** Исследование выполнено в рамках бюджетного финансирования в соответствии с государственным заданием.

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 30.04.2020

Принята к печати 29.07.2020

Опубликована 11.09.2020

Kristina V. Chetverkina

## Assessing risks of circulatory disorders among adults exposed to ambient air chemical contamination when living in the perm region

Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation

**Introduction.** It is vital to study circulatory diseases as they account for the greatest share in causes of death in Russia (about 55%). Also, environmental factors contribute significantly to morbidity with circulatory diseases. It is important to reveal chemicals that exert their impacts on pathology occurrence in the circulatory system; should such impacts be eliminated or reduced, it will make for a decrease in morbidity and mortality among the population caused by the nosologies being considered in the present work.

**Material and methods.** We took data on chemical contamination of ambient air and data on primary morbidity as per the “diseases of the circulatory system” category among the adult population living in the Perm region over 2013–2017 as or initial data. All the data were processed with many techniques including hygienic examination, health risk assessment under chronic inhalation exposure, and mathematic modeling within the “health – environment” system.

**Results.** Our research results allowed establishing that there was an ascending trend in primary morbidity with circulatory diseases among the population living in the Perm region. We revealed that phenol concentrations amounted up to 6.67 MPC average daily, and benzene ones, up to 2.37 MPC average daily; simultaneously, we revealed unacceptable risk regarding circulatory diseases (harm index (HI) was up to 1.9), and the greatest contribution into it was made by phenol (up to 78.52%) and benzene (up to 75.59%). Mathematic modeling allowed establishing there was an authentic and relevant cause-and-effect relation between primary morbidity with circulatory diseases among the adult population and ambient air contamination with phenol.

**Conclusions.** We revealed phenol and benzene concentrations in ambient air which were significantly higher than MPC; identified and parameterized an authentic cause-and-effect relation between ambient air contamination with phenol and circulatory diseases.

**Key words:** cardiovascular system; adult population; circulatory diseases; phenol; health risk; Perm region; mathematic modeling; ambient air.

**For citation:** Chetverkina K.V. Assessing risks of circulatory disorders among adults exposed to ambient air chemical contamination when living in the Perm region. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99 (8): 861-865. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-8-861-865> (In Russ.)

**For correspondence:** Kristina V. Chetverkina, MD, Senior Researcher of the Health Risk Analysis Department, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation. E-mail: chetverkina@fcrisk.ru

**Information about the author:**

Chetverkina K.V., <https://orcid.org/0000-0002-1548-228X>

**Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

**Acknowledgements.** The study was carried out in the framework of budget financing in accordance with the state task.

Received: April 30, 2020

Accepted: July 29, 2020

Published: September 11, 2020

## Введение

Здоровье населения является ключевым фактором развития страны [1]. Одним из важнейших показателей здоровья является смертность населения. По данным специалистов Всемирной организации здравоохранения, около 18 млн случаев смерти ежегодно происходят по причине заболеваний системы кровообращения, что составляет около 50% от всех случаев в мире [2]. Схожая ситуация прослеживается в Российской Федерации – около 55% смертельных исходов также приходится на долю сердечно-сосудистых заболеваний [3]. Согласно прогнозам экспертов, отсутствие необходимых мероприятий для снижения заболеваемости по классу «болезни системы кровообращения» может привести к дальнейшему росту показателя смертности [4–6]. При этом около 95% бремени болезней сердечно-сосудистой системы связано в том числе с токсическим воздействием химических загрязнителей, содержащихся в окружающей среде [7–13]. Ряд проведённых исследований подтверждают высокий риск сердечно-сосудистых заболеваний от химических веществ, поступающих из атмосферного воздуха [14–17].

Больше всего подвержены формированию патологии жители индустриальных, промышленно освоенных территорий и крупных городов, что определяет их как наиболее уязвимую группу населения [18]. Вместе с тем болезни системы кровообращения могут быть частично предотвращены за счёт уменьшения негативного влияния факторов, влияющих на их патогенез и развитие [19].

На сегодняшний день эффективным и актуальным методом анализа негативного воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения является оценка риска, которая даёт оценку вероятности возникновения вреда для здоровья в зависимости от уровня вредного воздействия вещества. Неоспоримым преимуществом применения данной методологии является возможность получения количественных характеристик угрозы здоровью населения, проживающего в условиях повышенного загрязнения объектов окружающей среды [20].

Таким образом, оценка риска развития заболеваний системы кровообращения среди населения, проживающего на территории крупного промышленного региона (Пермский край), в условиях химического загрязнения атмосферного воздуха является одной из актуальных задач гигиены.

Цель исследования – оценить риск для здоровья взрослого населения, связанный с развитием заболеваний системы кровообращения, и определить причинно-следственные связи между заболеваниями системы кровообращения и химическим загрязнением атмосферного воздуха среди взрослого населения, проживающего в Пермском крае.

## Материал и методы

Гигиеническую оценку химического загрязнения атмосферного воздуха Пермского края проводили на основе результатов анализа проб воздуха специалистами пермского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиал ФГБУ «Уральское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». Отбор проб осуществляли на 21 стационарном посту наблюдения за качеством атмосферного воздуха, которые расположены на территории наиболее крупных промышленно развитых городов Пермского края, на которых проживает более 75% взрослого населения: г. Пермь, Березники, Соликамск, Губаха, Краснокамск, Лысьва и Чайковский. Данные о загрязнении атмосферного воздуха изучали за 5-летний период с 2013 по 2015 г. Качество атмосферного воздуха оценивали на соответствие с требованиями ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений» (с изменениями на 31 мая 2018 г.) в отношении среднесуточных концентраций по 26 загрязняющим веществам: азота диоксид, азота оксид, аммиак, бенз(а)пирен, бензол, взвешенные вещества, гидрофторид, гидрохлорид, железо, кадмий, диметилбензол, магний, марганец и его соединения, медь, никель, свинец, дигидросульфид, сера диоксид, толуол, углерод оксид, фенол, формальдегид, хлор, хром, цинк, этилбензол.

Оценку состояния здоровья проводили на основе анализа данных о первичной заболеваемости (форма № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации») взрослого населения Пермского края, связанными с нарушениями работы сердечно-сосудистой системы, что соответствует классу «болезни системы кровообращения» (I00–I99), согласно МКБ–10, за период с 2013 по 2017 г.

Оценку риска здоровью населения за 2017 г. проводили в соответствии с методическими подходами, представленными в Руководстве (Р 2.1.10.1920-04)\*.

Для задач математического моделирования использованы: данные об уровнях загрязнения атмосферного воздуха (осреднённые за год среднесуточные концентрации) и показатели первичной заболеваемости населения Пермского края за период с 2013 по 2017 г. Моделирование проводили в рамках общей линейной модели с использованием методов регрессионного анализа. Полученные модели удовлетворяли критерию статистической адекватности (критерий Фишера) и требованиям биологического правдоподобия.

\* «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04).

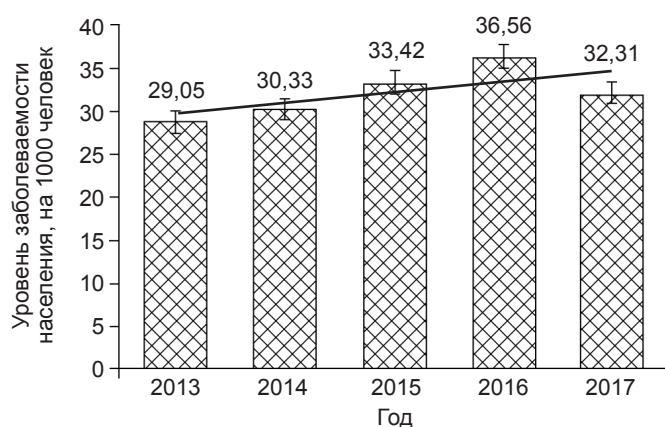


Рис. 1. Динамика первичной заболеваемости взрослого населения Пермского края по классу «болезни системы кровообращения» за 2013–2017 гг. (на 1000 населения).

Построенные математические модели оценивали на соответствие следующим критериям:

1. критерий силы корреляционной связи: модель соответствовала критерию при условии наличия средней или сильной корреляционной связи ( $r \geq 0,3$ ) между показателями;
2. критерий биологического правдоподобия модели: наличие релевантных данных о вероятном воздействии фактора загрязнения на здоровье со стороны системы кровообращения;
3. критерий достоверности причинно-следственной связи ( $p \leq 0,05$ ).

Выбор пятилетнего периода исследования и взрослой возрастной группы населения обусловлен длительностью формирования патологии со стороны системы кровообращения человека.

Результаты исследования проанализированы и статистически обработаны с использованием пакета статистического исследования Stata и специально разработанных программных продуктов, сопряжённых с приложениями Microsoft Office.

## Результаты

Полученные результаты гигиенической оценки качества атмосферного воздуха позволили установить наличие превышений среднесуточных концентраций содержания свинца (до 4,97 ПДКс.с.), серы диоксида (до 4,54 ПДКс.с.), углерода оксида (до 3,67 ПДКс.с.), хлора (до 3 ПДКс.с.), бензола (до 2,73 ПДКс.с.), меди (до 1,47 ПДКс.с.), взвешенных веществ (до 7,33 ПДКс.с.), фенола (до 6,67 ПДКс.с.), азота оксида (до 6 ПДКс.с.) и марганца (до 5,6 ПДКс.с.), бенз(а)пирена (до 49 ПДКс.с.), формальдегида (до 40 ПДКс.с.), водорода фторида (до 38 ПДКс.с.), азота диоксида (до 18,5 ПДКс.с.), водорода хлорида (до 14,6 ПДКс.с.), аммиака (до 14,3 ПДКс.с.) в атмосферном воздухе относительно ПДКс.с. При оценке содержания химических загрязнителей по осреднённым за год среднесуточным концентрациям установлено наличие превышений ПДКс.с. 7 веществ: аммиак – до 2,3 раза, азота диоксид – до 2,18 раза, бенз(а)пирен – до 1,55 раза, формальдегид – до 1,4 раза, азота оксид – до 1,24 раза, водорода фторид – до 1,2 раза, фенол – до 1,17 раза и взвешенные вещества – до 1,03 раза.

Анализ первичной заболеваемости взрослого населения по классу «болезни системы кровообращения» показал наличие тенденции к росту показателя на территории Пермского края – темп прироста в 2017 г. относительно 2013 г. составил +11,2% (рис. 1). Диапазон значений распространённости показателя первичной заболеваемости на административных территориях Пермского края по классу «болезни системы

Таблица 1

Недействующие уровни (референтные значения) химических веществ, оказывающих влияние на сердечно-сосудистую систему, при хроническом ингаляционном поступлении

CAS	Химическое вещество	Референтное значение, мг/м <sup>3</sup>
71-43-2	Бензол	0,03
630-08-0	Углерода оксид	3
108-95-2	Фенол	0,006

кровообращения» варьировался в 2017 г. от 15,7 до 120,82 случая на 1000 населения, что на некоторых территориях превышало значение по Российской Федерации (38,11 случая на 1000 населения). В ходе проведения оценки риска здоровью рассматривали сценарий хронической ингаляционной экспозиции из атмосферного воздуха загрязняющих веществ, влияющих на формирование патологии сердечно-сосудистой системы. По результатам идентификации опасности в процедуру оценки риска включены бензол, углерода оксид и фенол [21–23]. Параметры химических веществ, установленные для проведения оценки неканцерогенного риска в условиях хронического поступления (RfC), представлены в табл. 1.

По результатам расчётов установлены неприемлемые уровни неканцерогенного риска содержания бензола (до  $HQ = 1,23$ ) и фенола ( $HQ = 1,17$ ) в 2017 г. Анализ в условиях многокомпонентной аэрогенной нагрузки позволил зафиксировать неприемлемые уровни неканцерогенного риска на сердечно-сосудистую систему (табл. 2).

Для территорий, характеризующихся одновременным присутствием бензола, углерода оксида и фенола в воздухе (гг. Березники, Губаха, Краснокамск, Лысьва и Пермь), рассчитаны вклады веществ, формирующих риск нарушений здоровья со стороны сердечно-сосудистой системы (рис. 2).

По результатам параметризации зависимости «экспозиция – ответ» построено 26 математических моделей, описывающих связь между показателями загрязнения атмосферного воздуха и первичной заболеваемостью взрослого населения по классу «болезни системы кровообращения», из которых наилучшим образом соответствовала всем критериям и являлась достоверной адекватной линейной парной моделью зависимость уровня первичной заболеваемости от загрязнения атмосферного воздуха фенолом (рис. 3). Представленная зависимость имеет следующий вид:  $1697,6x + 27,09$  ( $R^2 = 0,22$ ;  $p = 0,05$ ).

Таблица 2

Индексы опасности в условиях многокомпонентного хронического ингаляционного воздействия для сердечно-сосудистой системы в Пермском крае, 2017 г.

Город	Индекс опасности (ИИ)
Березники	1,90
Губаха	1,23
Краснокамск	1,01
Лысьва	1,49
Пермь	0,76
Соликамск	1,30
Чайковский	–

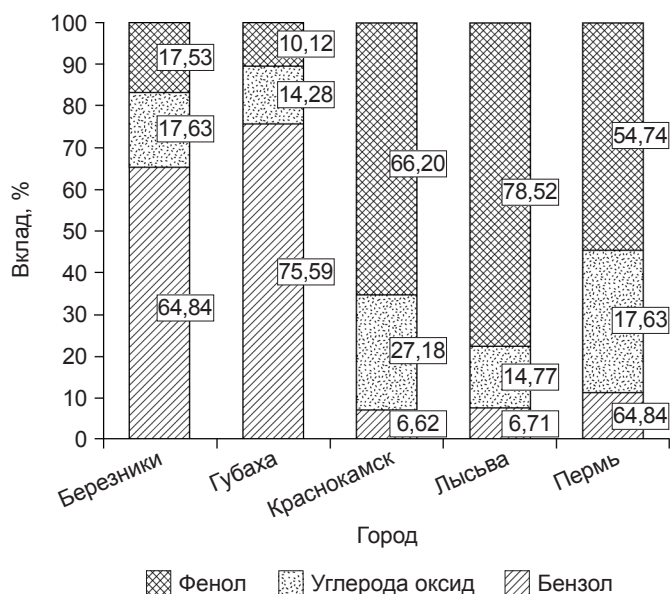


Рис. 2. Вклад компонентов загрязнения атмосферного воздуха в формирование риска нарушений сердечно-сосудистой системы в Пермском крае в 2017 г., %.

### Обсуждение

Представленные результаты исследований показывают, что население Пермского края проживает в условиях хронической экспозиции ряда химических веществ, в том числе оказывающих влияние на формирование болезней системы кровообращения. Данное утверждение подтверждается результатами оценки состояния здоровья взрослого населения Пермского края за период с 2013 по 2017 г. Рост показателей первичной заболеваемости взрослого населения по классу «болезни системы кровообращения» на фоне химического загрязнения атмосферного воздуха веществами, оказывающими негативное влияние на сердечно-сосудистую систему, может свидетельствовать о возможном наличии риска для здоровья населения. Данное предположение доказано посредством применения методологии оценки риска здоровью, по результатам которой установлен недопустимый уровень риска как для отдельных химических соединений (фенол и бензол), оказывающих негативное действие на сердечно-сосудистую систему, так и при совокупном действии веществ (бензола, фенола и углерода оксида) по результатам оцен-

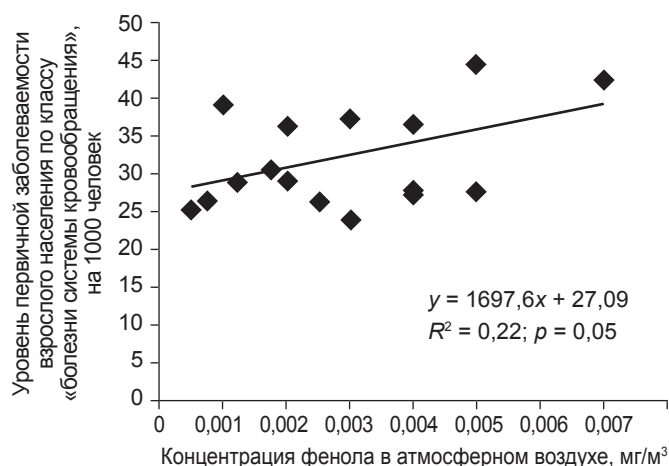


Рис. 3. Графическое изображение модели зависимости первичной заболеваемости взрослого населения Пермского края по классу «болезни системы кровообращения» от уровня загрязнения атмосферного воздуха фенолом.

ки многокомпонентной аэрогенной нагрузки. Несмотря на то что наибольший вклад в формирование неприемлемого уровня риска здоровью формируют в основном два вещества (бензол и фенол), по результатам математического моделирования причинно-следственная связь установлена между загрязнением атмосферного воздуха фенолом и формированием первичной заболеваемости взрослого населения по классу «болезни системы кровообращения».

### Заключение

1. Установлено, что на фоне превышения гигиенических нормативов содержания в атмосферном воздухе фенола и бензола формируется неприемлемый риск для здоровья взрослого населения по классу «болезни системы кровообращения», что было установлено на примере Пермского края.
2. Существует достоверная причинно-следственная связь между загрязнением атмосферного воздуха фенолом и формированием первичной заболеваемости по классу «болезни системы кровообращения» среди взрослого населения, проживающего на территории промышленного региона (Пермского края). Представленные параметры могут быть использованы в дальнейшем при экономической оценке риска здоровью, ассоциированного с содержанием фенола в атмосферном воздухе.

### Литература (п.п. 5, 6, 10–12, 15–17, 21–23 см. References)

1. Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В. Здоровье населения как целевая функция и критерий эффективности мероприятий Федерального проекта «Чистый воздух». *Анализ риска здоровью*. 2019; (4): 4-13. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.4.01>
2. ВОЗ. Здоровье-2020 – основы европейской политики и стратегия для XXI века. Available at: [https://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0017/215432/Health2020-Long-Rus.pdf](https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/215432/Health2020-Long-Rus.pdf)
3. Исаков Е.Б. Эпидемиология сердечно-сосудистых заболеваний. *Медицина и экология*. 2017; (2): 19-28.
4. ВОЗ. Сердечно-сосудистые заболевания. Available at: [https://www.who.int/cardiovascular\\_diseases/about\\_cvd/ru/](https://www.who.int/cardiovascular_diseases/about_cvd/ru/)
7. Голиков Р.А., Суржиков Д.В., Клишцына В.В., Штайгер В.А. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения (обзор литературы). *Научное обозрение. Медицинские науки*. 2017; (5): 20-31.
8. Гичев Ю.П. *Загрязнение окружающей среды и экологическая обусловленность патологии человека: Аналитический обзор*. Новосибирск; 2003.
9. Гичев Ю.П. *Загрязнение окружающей среды и здоровье человека*. Новосибирск; 2002.
13. Ракитский В.Н., Авалиани С.Л., Новиков С.М., Шашина Т.А., Додина Н.С., Кислицин В.А. Анализ риска здоровью при воздействии атмосферных загрязнений как составная часть стратегии уменьшения глобальной эпидемии неинфекционных заболеваний. *Анализ риска здоровью*. 2019; (4): 30-6. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.4.03>
14. Зайцева Н.В., ред. *Научные основы оценки воздействия химических факторов риска на сердечно-сосудистую систему и организация профилактической модели амбулаторно-поликлинической помощи*. Пермь: Книжный формат; 2009.
18. Лешук С.И., Суркова И.В., Сенкевич Н.В. Взаимосвязь загрязнения окружающей среды и экологически обусловленной заболеваемости населения на территории техногенного загрязнения. *Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки*. 2017; (2): 110-7.
19. Мамедов М.Н. Динамика факторов риска и сердечно-сосудистых заболеваний: аналитический обзор международных и российских данных за 2017 год. *Международный журнал сердца и сосудистых заболеваний*. 2018; 6(19): 32-6.
20. Авалиани С.Л., Мишина А.Л. О гармонизации подходов к управлению качеством атмосферного воздуха. *Здоровье населения и среда обитания*. 2011; (3): 44-8.

## References

- Popova A.Yu., Zaytseva N.V., May I.V. Population health as a target function and criterion for assessing efficiency of activities performed within "Pure air" federal project. *Analiz riska zdorov'yu*. 2019; (4): 4-13. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.4.01> (in Russian)
- WHO. Health 2020. A European policy framework and strategy for the 21<sup>st</sup> century. Available at: [https://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0011/199532/Health2020-Long.pdf](https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0011/199532/Health2020-Long.pdf)
- Iskakov E.B. Epidemiology of cardiovascular diseases. *Meditsina i ekologiya*. 2017; (2): 19-28. (in Russian)
- WHO. Cardiovascular disease. Available at: [https://www.who.int/cardiovascular\\_diseases/about\\_cvd/en/](https://www.who.int/cardiovascular_diseases/about_cvd/en/)
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Vital Signs: Avoidable Deaths from Heart Disease, Stroke, and Hypertensive Disease — United States, 2001–2010. *MMWR Morb. Mortal. Wkly Rep*. 2013; 62(35): 721-7.
- Heidenreich P.A., Trogon J.G., Khavjou O.A., Butler J., Dracup K., Ezekowitz M.D. et al. Forecasting the future of cardiovascular disease in the United States: a policy statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2011; 123(8): 933-44. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e31820a55f5>
- Golikov R.A., Surzhikov D.V., Kislytsyna V.V., Shtayger V.A. Influence of environmental pollution to the health of the population (review of literature). *Nauchnoe obozrenie. Meditsinskie nauki*. 2017; (5): 20-31. (in Russian)
- Gichev Yu.P. *Environmental Pollution and Environmental Conditionality of Human Pathology: Analytical Review [Zagryaznenie okruzhayushchey sredy i ekologicheskaya obuslovlennost' patologii cheloveka: Analiticheskiy obzor]*. Novosibirsk; 2003. (in Russian)
- Gichev Yu.P. *Environmental Pollution and Human Health [Zagryaznenie okruzhayushchey sredy i zdorov'e cheloveka]*. Novosibirsk; 2002. (in Russian)
- The public health impact of chemicals: knowns and unknowns. Geneva; 2016.
- Chen B., Kan H. Air pollution and population health: A global challenge. *Environ. Health Prev. Med*. 2008; 13(2): 94-101. <https://doi.org/10.1007/s12199-007-0018-5>
- Ghorani-Azam A., Riahi-Zanjani B., Balali-Mood M. Effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in Iran. *J. Res. Med. Sci*. 2016; 21: 65. <https://doi.org/10.4103/1735-1995.189646>
- Rakitskiy V.N., Avaliani S.L., Novikov S.M., Shashina T.A., Dodina N.S., Kislytsin V.A. Health risk analysis related to exposure to ambient air contamination as a component in the strategy aimed at reducing global non-infectious epidemics. *Analiz riska zdorov'yu*. 2019; (4): 30-6. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.4.03> (in Russian)
- Zaytseva N.V., ed. *Scientific Basis of Evaluation of Chemical Risk Factors for Cardiovascular System and Organization of Preventative Models of Outpatient and Ambulatory Care [Nauchnye osnovy otsenki vozdeystviya khimicheskikh faktorov riska na serdechno-sosudistuyu sistemu i organizatsiya profilakticheskoy modeli ambulatorno-poliklinicheskoy pomoshchi]*. Perm': Knizhnyy format; 2009. (in Russian)
- Berglind N., Bellander T., Forastiere F., von Klot S., Aalto P., Elosua R. et al. Ambient air pollution and daily mortality among survivors of myocardial infarction. *Epidemiology*. 2009; 20(1): 110-8. <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e3181878b50>
- Brook R.D. Cardiovascular effects of air pollution. *Clin. Sci. (Lond)*. 2008; 115(6): 175-87. <https://doi.org/10.1042/CS20070444>
- Sadeghi M., Ahmadi A., Baradaran A., Masoudipoor N., Frouzandeh S. Modeling of the relationship between the environmental air pollution, clinical risk factors, and hospital mortality due to myocardial infarction in Isfahan, Iran. *J. Res. Med. Sci*. 2015; 20(8): 757-62. <https://doi.org/10.4103/1735-1995.168382>
- Leshchuk S.I., Surkova I.V., Senkevich N.V. Interrelation of environmental pollution and environmentally caused morbidity in the territory of technogenic pollution. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Estestvennye nauki*. 2017; (2): 110-7. (in Russian)
- Mamedov M.N. Dynamics of risk factors and cardiovascular diseases: analytical review of international and Russian data for 2017. *Mezhdunarodnyy zhurnal serdtsa i sosudistykh zabolevaniy*. 2018; 6(19): 32-6. (in Russian)
- Avaliani S.L., Mishina A.L. Harmonization of approaches to management of air quality. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2011; (3): 44-8. (in Russian)
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Benzene. Atlanta; 2007.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Carbon Monoxide. Atlanta; 2012.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Phenol. Atlanta; 2008.